

## Beschreibung

Verfahren zur Kühlung einer Strömungsmaschine und  
Strömungsmaschine dafür

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kühlung thermisch beanspruchter Bereiche in einer Strömungsmaschine, die eine Frischdampfzuleitung, einen Einströmbereich, ein Gehäuse und einen Abdampfbereich aufweist, wobei im Betrieb ein Strömungsmedium durch die Strömungsmaschine strömt und im Abdampfbereich austritt sowie eine Strömungsmaschine zur Durchführung des Verfahrens.

Im Strömungsmaschinenbau, insbesondere im Dampfturbinenbau, wird zur Kühlung von thermisch hoch beanspruchter Bereiche Dampf benötigt, der Temperaturen aufweist, die bei Frischdampfdruck unter der Frischdampftemperatur liegen. Der Frischdampfdruck ist der Druck eines Strömungsmediums, das in den Einströmbereich einer Strömungsmaschine gelangt. Die Frischdampftemperatur ist entsprechend die Temperatur, die ein Strömungsmedium am Eintritt in eine Strömungsmaschine aufweist.

In heutigen Strömungsmaschinen steht Kühldampf mit den vorbeschriebenen charakteristischen Größen Temperatur und Druck aus der Eigenversorgung nicht zur Verfügung.

In der Regel wird der benötigte Kühldampf durch eine separate Leitung zur Strömungsmaschine geleitet. Bei Strömungsmaschinen mit mehrstufigen Überhitzerstufen wird der Kühldampf meist vor der letzten Überhitzerstufe aus einem zugehörigen Kessel entnommen und in einer gesonderten Leitung zur Strömungsmaschine geführt. Der Nachteil bei dieser Lösung ist, dass eine gesonderte Leitung zusätzliche Kosten verursacht. Darüber hinaus entsteht eine direkte Abhängigkeit vom Kessel insofern, dass die Bemessung des Kühldampfsystems von den

Kesselparametern abhängt sowie dass ein Ausfall der Kühldampfversorgung ebenfalls zu einem Ausfall Kühlung führt.

5 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, bei denen die Bereitstellung von Kühldampf weniger störanfällig ist. Außerdem soll eine Strömungsmaschine angegeben werden, für die das vorgenannte Verfahren eingesetzt wird.

10 Die auf das Verfahren hin gerichtete Aufgabe wird gelöst, in dem zur Kühlung thermisch hoch beanspruchter Bereiche in einer Strömungsmaschine, die eine Frischdampfzuleitung, einen Einströmbereich, ein Gehäuse und einen Abdampfbereich aufweist, wobei im Betrieb ein Strömungsmedium durch die Strömungsmaschine strömt und im Abdampfbereich austritt, wobei  
15 ein Teil des Strömungsmediums aus der Frischdampfzuleitung vor dem Eintritt in die Strömungsmaschine in einem Wärmetauscher abgekühlt wird und über den Einströmbereich in die Strömungsmaschine eintritt, wobei im Einströmbereich befindliche thermisch hoch beanspruchte Bauteile durch das so abgekühlte Strömungsmedium gekühlt werden. Durch dieses Verfahren  
20 ist es möglich Kühldampf bereitzustellen, ohne eine gesonderte externe Leitung für die Zufuhr von Kühldampf einzusetzen. Der Kühldampf wird quasi von der Strömungsmaschine selbst erzeugt.

25 In einer vorteilhaften Weiterbildung befindet sich der Wärmetauscher im Abdampfbereich der Strömungsmaschine. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass als Kühlquelle keine externe Kühlquelle eingesetzt werden muss. Dadurch entsteht sozusagen  
30 ein autarkes System.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird ein Absperrventil in der Frischdampfzuleitung angeordnet und der Teil des Strömungsmediums der direkt zum Abdampfbereich  
35 führt, nach dem Absperrventil abgezweigt. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, bei einer auftretenden Störung durch

Betätigen des Schnellschlussventils die Dampfzufuhr zur Strömungsmaschine schnell zu unterbrechen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird das  
5 Verfahren für Strömungsmaschinen eingesetzt, die einen Wärmetauscher aufweisen, der sich dadurch auszeichnet, dass der Teil des Strömungsmediums, der durch den Wärmetauscher strömt, um mindestens 10°C unter die Temperatur des Frischdampfes gekühlt wird. Insbesondere kann sich der Wärmetauscher dadurch auszeichnen, dass der Teil des Strömungsmedi-  
10 ums, der durch den Wärmetauscher strömt, um mindestens 20°C unter die Temperatur des Frischdampfes gekühlt wird.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird das  
15 Verfahren auf eine Strömungsmaschine angewendet, die einen Schubausgleichkolben aufweist, wobei der in dem Verfahren erzeugte Kühltampf zum thermisch beanspruchten Schubausgleichkolben geführt wird. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, ein thermisch beanspruchtes Bauteil, wie den Schubausgleich-  
20 kolben, autark ohne gesonderte Kühltampfleitung zu kühlen.

Die auf die Vorrichtung hin gerichtete Aufgabe wird durch eine Strömungsmaschine gelöst, die eine mit einem Strömungs-  
medium durchströmbare Frischdampfzuleitung aufweist, die zu  
25 einem Frischdampfeinströmbereich führt, wobei die Strömungsmaschine einen Abströmbereich aufweist, wobei die Frischdampfzuleitung eine Abzweigung aufweist, mit der ein Teil des Strömungsmediums über eine Leitung zu einem Wärmetauscher geführt wird und die Strömungsmaschine eine Zuleitung nach dem  
30 Wärmetauscher in einen Einströmbereich aufweist. Durch diese neuartige Anordnung der Kühltampffzuleitung ist es möglich Kühltampf bereitzustellen, ohne eine gesonderte externe Leitung zu verlegen. Der Kühltampf wird quasi von der Strömungsmaschine selbst erzeugt.

35

In einer vorteilhaften Weiterbildung wird der Wärmetauscher im Abdampfbereich der Strömungsmaschine angeordnet. Durch

diese Maßnahme wird erreicht, dass als Kühlquelle keine externe Kühlquelle eingesetzt werden muss. Dadurch entsteht sozusagen ein autarkes System.

- 5 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Vorrichtung befindet sich ein Absperrventil in der Frischdampfzuleitung, wobei die Abzweigung der Frischdampfzuleitung zum Wärmetauscher kurz nach dem Absperrventil erfolgt. Dadurch wird erreicht, dass bei einer auftauchenden Störung die Frischdampfzuleitung und  
10 somit auch die Kühlzuleitung unterbrochen werden kann.

- In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Vorrichtung wird der erzeugte Kühleampf direkt zum Schubausgleichkolben der Dampfturbine geführt. Dadurch wird gezielt ein Bereich  
15 gekühlt, der in einer Strömungsmaschine thermisch beansprucht ist.

- Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert.

20

Die Figuren der Zeichnungen zeigen im einzelnen:

Figur 1 den Querschnitt einer Strömungsmaschine;

- 25 Figur 2 eine Prinzipsskizze der Kühleampferzeugung.

Für gleiche und funktionsidentische Bauteile werden durchgehend dieselben Bezugszeichen verwendet.

30

- In Figur 1 ist eine Strömungsmaschine 1 dargestellt. Die Strömungsmaschine 1 weist ein Gehäuse 2 auf. Ein Innengehäuse 3 ist so angeordnet, dass eine Welle 4 innerhalb des Innengehäuses 3 drehbar ist. Das Innengehäuse 3 weist Leitschaufeln  
35 5 auf. Die Welle 4 weist Laufschaufeln 6 auf. Im Abdampfbereich 7 ist ein Wärmetauscher 8 angeordnet. Der Wärmetauscher

muss nicht im Abdampfbereich 7 der Strömungsmaschine 1 angeordnet sein.

- Der Frischdampf wird von einem nicht dargestellten Kessel über die Frischdampfzuleitung 9 zur Strömungsmaschine 1 geführt. An der Abzweigung 10 wird ein Teil des Frischdampfes zum Wärmetauscher 8 geführt. Die Temperatur des Frischdampfes vor dieser Abzweigung 10 kann bei 565°C und der Druck bei 250 bar liegen. Der restliche Teil des Frischdampfes, d. h. der Teil der nicht zum Wärmetauscher geführt wird, gelangt über die Leitung 11 in die Strömungsmaschine 1. Der Frischdampf gelangt hierbei in den Frischdampfeinströmbereich 12 und von dort strömt das Strömungsmedium durch die Leit- und Laufschaufeln 5, 6 in axialer Richtung 13 entlang. Nach der letzten Schaufelreihe 14, die aus einer Reihe Leit- und Laufschaufeln 5 und 6 besteht, gelangt der abgekühlte und entspannte Frischdampf in den Abdampfbereich 7. Die Temperatur kann nun 330°C betragen. Der Druck kann bei 55bar liegen.
- Der Wärmetauscher 8 wird derart gestaltet, dass das nach dem Wärmetauscher 8 austretende Strömungsmedium um mindestens 10°C, insbesondere um mindestens 20°C gegenüber dem vor dem in den Wärmetauscher eintretenden Strömungsmedium abgekühlt wird.
- Der somit abgekühlte Frischdampf gelangt über die Ableitung 16 in den Einströmbereich 17 der Strömungsmaschine 1. Der Einströmbereich 17 ist über einen Leitschaufelring 18 derart vom Frischdampfeinströmbereich 12 getrennt, dass der abgekühlte Frischdampf, der aus der Ableitung 16 kommt, in den Einströmbereich 17 gelangt. Von dort gelangt der abgekühlte Frischdampf zum thermisch beanspruchten Schubausgleichkolben 19 oder zu weiteren thermisch beanspruchten Bereichen. Die thermisch beanspruchten Bereiche der Welle 4 im Einströmbereich 17 werden durch den abgekühlten Frischdampf gekühlt.

In Figur 2 ist eine Prinzipsskizze der Kühlanordnung zu sehen. Frischdampf gelangt über eine Frischdampfzuleitung 9 zur Strömungsmaschine 1. Die Frischdampfzuleitung 9 weist ein Absperrventil 20 auf. Das Absperrventil 20 ist vor einer Abzweigung 10 angebracht. Die Abzweigung 10 führt zu einer Abzweigung von Frischdampf über eine Zuleitung 15 zum Wärmetauscher 8. Der abgezweigte Frischdampf wird im Wärmetauscher 8 abgekühlt und gelangt über die Ableitung 16 in den Einströmbereich 17. Durch die Pfeile 21 wird die Strömungsrichtung des Kühltampfes 21 dargestellt. Der Kühltampf wird um den Schubausgleichkolben 19 geführt und kühlt somit diesen thermisch beanspruchten Bereich. Über einen Leitschaukelring 18 wird der Einströmbereich 17 vom Frischdampfeinströmbereich 12 getrennt.

Der Teil des Frischdampfes der über die Frischdampfzuleitung 9 und der Leitung 11 zur Strömungsmaschine 1 gelangt, strömt über in Figur 2 nicht dargestellte Leit- und Laufschaufeln in der Pfeilrichtung 22 durch die Strömungsmaschine 1 und tritt im Abdampfbereich 7 aus der Strömungsmaschine 1 heraus. Der Leitschaukelring 18 ist derart angebracht, dass der Kühltampf in die Strömungsmaschine 1 eingeleitet werden kann. Dabei muss lediglich der Druckverlust im verwendeten Wärmetauscher 8 niedriger sein als der Druckabbau über diesen Leitschaukelring 18, um eine treibende Druckdifferenz zu erhalten. Der im Abdampfstrom 23 der Strömungsmaschine 1 befindliche Wärmetauscher 8 kühlt den über die Zuleitung 15 kommenden Frischdampf herunter und gibt die überschüssige Wärme an den Abdampf ab, die gegebenenfalls in einer nicht dargestellten nachgeschalteten Zwischenüberhitzung eingespart werden kann. Dadurch treten keine zusätzlichen Verluste auf.

Der für die Kühlung benötigte Frischdampf kann hinter dem Absperrventil 20 abgenommen werden. Dadurch wird das gesamte System selbstregulierend, d. h. es werden keine zusätzlichen Absperr- oder Regeleinrichtungen benötigt. Dadurch ist dieses Verfahren zur Kühlung unabhängig von einem nicht dargestell-

ten Kessel und sonstigen Komponenten. Mit anderen Worten, der benötigte Kühleampf wird von der Turbine selbst erzeugt und macht sie damit unabhängig von externen Komponenten. Diese Variante ist einfach und kostengünstig, da die Erzeugung des Kühleampfes mit einem in der Zuleitung 15 eingebauten Wärmetauscher 8 erfolgt.

5

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung thermisch beanspruchter Bereiche  
in einer Strömungsmaschine (1), die eine Frischdampfzu-  
5 leitung (9), einen Einströmbereich (17), ein Gehäuse (2)  
und einen Abdampfbereich (7) aufweist, wobei im Betrieb  
ein Strömungsmedium durch die Strömungsmaschine strömt  
und im Abdampfbereich (7) austritt,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
10 ein Teil des Strömungsmediums aus der Frischdampfzulei-  
tung (9) vor dem Eintritt in die Strömungsmaschine (1)  
mittels eines Wärmetauschers (8) abgekühlt wird und  
über den Einströmbereich (17) in die Strömungsmaschine  
(1) eintritt, wobei im Einströmbereich (17) befindliche  
15 thermisch beanspruchte Bereiche durch das so abgekühlte  
Strömungsmedium gekühlt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
20 der Wärmetauscher (8) sich im Abdampfbereich (7) der  
Strömungsmaschine (1) befindet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
25 der Teil des Strömungsmediums, der zum Wärmetauscher (8)  
geführt wird, nach einem in der Frischdampfzuleitung (9)  
befindlichen Absperrventil(20) abgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Temperatur des im Wärmetauscher (8) abgekühlten Tei-  
les des Strömungsmediums um mindestens 10°C unter der  
Temperatur des Frischdampfes liegt.
- 35 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass  
die Temperatur des im Wärmetauscher (8) abgekühlten Tei-



les des Strömungsmediums um mindestens 20°C unter der Temperatur des Frischdampfes liegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
5      d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,      dass  
der Teil des Strömungsmediums, der mittels des Wärmetauschers (8) abgekühlt wird, zu einem Schubausgleichskolben (19) geführt wird.
- 10    7. Strömungsmaschine (1), die eine mit einem Strömungsmedium durchströmbare Frischdampfzuleitung (9) aufweist, die zu einem Frischdampfeinströmbereich (12) führt, wobei die Strömungsmaschine(1) einen Abdampfbereich (7) aufweist  
15      d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,      dass  
die Frischdampfzuleitung (9) eine Abzweigung (10) aufweist, mit der ein Teil des Strömungsmediums über eine Leitung (15) zu einem Wärmetauscher (8) geführt wird und  
20      die Strömungsmaschine(1) eine Zuleitung (16) nach dem Wärmetauscher (8) in einen Einströmbereich (17) der Strömungsmaschine (1) aufweist.
8. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 7,  
25      d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,      dass  
der Wärmetauscher (8) im Abdampfbereich (7) der Strömungsmaschine (1) angeordnet ist.
9. Strömungsmaschine (1) nach Anspruch 7 oder 8,  
30      d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,      dass  
die Frischdampfzuleitung (9) vor der Abzweigung (10) ein Absperrventil(20) aufweist.
10. Strömungsmaschine (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9,  
35      d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t,      dass  
die Zuleitung (16) zu einem Schubausgleichskolben (19) geführt wird.

## Zusammenfassung

## Kühlkonzept für Strömungsmaschinen

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung thermisch beanspruchter Bereiche in einer Strömungsmaschine, die eine Frischdampfzuleitung (9), einen Einströmbereich (17), ein Gehäuse (2) und einen Abdampfbereich (7) aufweist, wobei im Betrieb ein Strömungsmedium durch die Strömungsmaschine (1) strömt und im Abdampfbereich (7) austritt, wobei ein Teil des Strömungsmediums aus der Frischdampfzuleitung (9) vor dem Eintritt in die Strömungsmaschine (1) zum Abdampfbereich (7) geführt wird und mittels Wärmetauschers (8) abgekühlt wird und über den Einströmbereich (17) in die Strömungsmaschine (1) eintritt, wobei im Einströmbereich (17) befindliche thermisch beanspruchte Bereiche durch das so abgekühlte Strömungsmedium gekühlt werden.

20

FIG 1



